Journal of Horticultural Science
https://jhs.um.ac.ir

Research Article
Vol. 37, No. 3, Fall 2023, p. 655-668

Effect of Chitosan and *Aloe vera* Gel Coating on Quality Parameters and Storage Life of *Vitis vinifera* L. cv. 'Asgari' Grapes

A. Ehtesham Nia[1*], S. Taghipour[2], S. Siahmansour[3]

Received: 12-03-2022
Revised: 11-06-2022
Accepted: 06-08-2022
Available Online: 06-08-2022

How to cite this article:
Ehtesham Nia, A., Taghipour, S., & Siahmansour, S. (2023). Effect of chitosan and *Aloe vera* gel coating on quality parameters and storage life of *Vitis vinifera* L. cv. 'Asgari' grapes. *Journal of Horticultural Science, 37*(3), 655-668. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jhs.2022.75778.1151

Introduction

While grapes are considered as non-climacteric fruits, during the post-harvest stages, due to the softening of the tissue, it is very prone to decay, which shortens its post-harvest life. Today, due to the desire of consumers to use high quality food, the use of biodegradable films and coatings with antimicrobial properties, is a suitable alternative to synthetic preservatives, in order to maintain food security and prevent wastage of significant capital. Edible coatings are edible thin layers that are used to increase the shelf life and quality of fruits. This material increases the quality and health of the product by creating a semi-permeable barrier to water vapor and oxygen and carbon dioxide gases between the product and the environment, and to prevent anaerobic respiration, it absorbs a certain amount of gases and to this Sequence increases product shelf life. One of the most important ways to increase the shelf life and maintain the quality of agricultural products, especially fruits, is the use of edible coatings on the crop surface. Chitosan is one of the most important natural derivatives of chitin, of which about 50% of its acetyl's groups have been removed. Due to the fact that *Aloe vera* gel has no taste and odor, can be considered a good option as a cover for fruits after harvest and due to its elasticity and strength solution in water, as a suitable layer on the product. Located and protects the fruit from mechanical damage and moisture loss.

Material and Methods

In this study, 12-year-old mature grape trees of 'Asgari' cultivar in the scaffolding garden of Abestan region of Khorramabad city in 1398 were studied. In the pre-harvest stage, chitosan was sprayed on the tree and in the post-harvest stage, *Aloe vera* gel was applied by dipping the fruit in *Aloe vera* gel in the laboratory. After treatment, the fruits were stored in the refrigerator at a temperature of 4 ± 0.5 ° C and were examined at different time stages for quantitative and qualitative characteristics of the fruit. 20 identical grape trees (in terms of fruit size and load, with 50 to 70 annual branches in 8-14 buds) selected and grape clusters with different concentrations of chitosan (control (distilled water), 2 and 3 Percentage of chitosan) at different stages of growth (fruit set), 35 and 50 days later) were sprayed directly with 4 liters per vine, by hand sprayer (2 ml Tween 80% was added as the active surfactant). For this stage, immediately after harvesting the grapes, take them to the laboratory and immerse them in concentrations (zero, 25 and 33%) of *Aloe vera* gel for 10 to 20 seconds and then in the air. They dried. Then, grape fruits weighing about 360-300 g in each experimental unit were stored for 28 days at 4 ° C and examined. This study was performed as a factorial experiment (2 factors) in a

1- Associate Professor, Physiology and Breeding of Fruit, Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
(*- Corresponding Author Email: Ehteshamnia.ab@lu.ac.ir)
2- Ph.D Students, Production and Post-harvest Physiology of Horticulturalal Plants, Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
3- Gratuated M.Sc. Student, Engineering of Greenhouse Products, Horticultural Sciences, Faculty of Agriculture, Lorestan University, Iran
https://doi.org/10.22067/jhs.2022.75778.1151

completely randomized design with three replications. The first factor is the effect of the treatments studied in seven levels including: control, 2% chitosan (CTS 2%), 3% chitosan (CTS 3%), chitosan 2% + Aloe vera gel 25% (AVG 25% + CTS 2%), chitosan 3% + Aloe vera gel 25% (AVG 25% + CTS 3%), 2% chitosan + 33% *Aloe vera* gel (AVG 33% + CTS 2%), chitosan 3% + Aloe vera gel 33% (AVG 33% + CTS 3%) and the second factor was storage time at five levels (zero, 7, 14, 21 and 28 days after harvest). Data analysis was performed using SAS software and a significant difference between treatments for each trait with a minimum significant difference at the probability level = 0.05 α was determined.

Results and Discussion

The results of analysis of variance showed that the effect of treatment and storage time on the desired traits was significant at the level of one percent. Fruits treated with chitosan and *Aloe vera* gel had higher texture firmness, taste index, phenolic content, antioxidant activity and titratable acids and caries index and pH were lower than the control. The highest content of phenol, antioxidant, flavor index and titratable acidity in all five measurement times belonged to 2% chitosan treatments with both concentrations of *Aloe vera* gel (25 and 33%) and the lowest amount belonged to the control treatment. In control treatment, the percentage of caries index increased during storage and in grapes treated with chitosan and *Aloe vera* gel, the caries process was slower and the lowest rate of caries was observed in 2% chitosan treatment with aloe vera gel on the 14th day. In general, it was observed that pre-harvest application of chitosan and post-harvest *Aloe vera* gel increase the post-harvest life of 'Asgari' grapes and improve its quality traits. Chitosan creates a barrier with selective permeability to oxygen and carbon dioxide gases, and by placing carbon dioxide at a higher level and reducing oxygen, it creates a modified atmosphere around the fruit, which reduces respiration and ethylene production. As a result, it reduces the aging process and reduces the consumption of organic acids and sugars and prevents the increase of pH. Low pH prevents browning of the fruit due to the activity of catechins and chlorogenic acid enzymes. *Aloe vera* gel coating maintains and increases the antioxidant capacity of the whole fruit by reducing fruit juice loss, reducing respiration, reducing ethylene production and delaying aging.

Conclusion

The combined treatment of chitosan 2% and *Aloe vera* gel (25 and 33%) increased fruit firmness, titratable acidity, taste index, total phenol content and antioxidant activity of grapes and reduced pH and caries index. Application of these treatments increased the post-harvest life of 'Asgari' grapes by 14 days, so it can be stated that the use of chitosan in the pre-harvest stage and the use of *Aloe vera* gel in the post-harvest stage as biodegradable and natural compounds to increase Shelf life of 'Asgari' grape fruit is recommended.

Keywords: Antioxidant, Decay index, Natural coating, Total phenol content

نشریه علوم باغبانی
https://jhs.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۷، شماره ۳، پاییز ۱٤۰۲، ص. ٦٦٨-٦٥٥

اثر پوشش‌دهی کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر شاخص‌های کیفیت و عمر انبارمانی انگور 'عسگری'

عبداله احتشام نیا[1*]- شیرین تقی پور[2]- سارا سیاه منصور[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۱
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۱/۰۳/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۵/۱۵

چکیده

میوه انگور در مراحل پس از برداشت، به دلیل نرم شدن بافت، بسیار فسادپذیر می‌باشد که همین امر عمر پس از برداشت آن را کوتاه می‌کند. پوشش‌های خوراکی مانند کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا با ایجاد ساختار محافظت کننده در برابر آسیب‌های مکانیکی و تغییر اتمسفر درونی بافت، می‌توانند کیفیت میوه‌ها را افزایش دهند. به همین منظور، در این بررسی اثر محلول‌پاشی کیتوسان (در سه غلظت صفر، ۲ و ۳ درصد) قبل از برداشت و ژل آلوئه‌ورا (صفر، ۲۵ و ۳۳ درصد) بعد از برداشت، بر کیفیت و ماندگاری میوه انگور رقم عسگری در پنج زمان مختلف (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز پس از برداشت) در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج تجزیه واریانس نشان دهنده معنی‌دار بودن اثر تیمار و زمان انبارمانی بر صفات مورد نظر در سطح یک درصد بود. میوه‌های تیمار شده با کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا دارای سفتی بافت، شاخص طعم، محتوای فنلی، فعالیت آنتی‌اکسیدانی و اسیدهای قابل تیتراسیون بالاتر و شاخص پوسیدگی و اسیدیته کم‌تر از شاهد بودند. بالاترین میزان محتوای فنل، آنتی‌اکسیدان، شاخص طعم و اسیدیته قابل تیتراسیون در هر پنج زمان اندازه گیری متعلق به تیمارهای کیتوسان ۲ درصد به همراه هر دو غلظت ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) و کم‌ترین میزان مربوط به تیمار شاهد بود. در تیمار شاهد، در مدت زمان انبارمانی درصد شاخص پوسیدگی افزایش یافت و در انگورهای تیمار شده با کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا روند پوسیدگی کندتر بود و کم‌ترین میزان پوسیدگی در تیمار کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا در روز ۱۴ام مشاهده شد. به طور کلی، بر اساس نتایج به دست آمده مشاهده شد که کاربرد قبل از برداشت کیتوسان و پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا، عمر پس از برداشت انگور 'عسگری' را افزایش داد و موجب بهبود صفات کیفی در آن شد.

واژه‌های کلیدی: آنتی‌اکسیدان، پوشش طبیعی، شاخص پوسیدگی، محتوای فنل کل

مقدمه

انگور[4] از مهم‌ترین محصولات باغی در ایران می‌باشد که تولید آن رو به افزایش است و در حال حاضر، از مهم‌ترین محصولات مناطق معتدله به شمار می‌رود (Ercisli and Orhan, 2007; Sogvar *et al.*, 2016). انگور، علاوه بر ارزش اقتصادی بالا، حاوی طیف وسیعی از مواد آنتی‌اکسیدانی است که این مواد آنتی‌اکسیدانی، شامل ویتامین‌ها، آنزیم‌ها و مواد آلی هستند و سلول‌ها را در برابر رادیکال‌های آزاد محافظت می‌کنند (Orak, 2007). آنتی‌اکسیدان‌ها، مواد پلی فنولی هستند، که این فنول‌ها در تعیین کیفیت انگور (عطر، طعم، تلخی و ...) نقش مهمی ایفا می‌کنند، به همین علت مقدار و فعالیت آن‌ها در میوه انگور بسیار حائز اهمیت است. درحالی‌که انگور جزء میوه‌های نافرازگرا به شمار می‌رود، اما در مراحل پس از برداشت، به دلیل نرم شدن بافت، بسیار فسادپذیر می‌باشد که همین امر عمر پس از برداشت آن را کوتاه می‌کند. در کشورهای در حال توسعه، سطح بالای ضایعات محصولات، یکی از مهم‌ترین مشکلات باغداری

۱- دانشیار، فیزیولوژی و اصلاح میوه، علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
(*- نویسنده مسئول: Email: Ehteshamnia.ab@lu.ac.ir)
۲- دانشجوی دکتری، فیزیولوژی تولید و پس از برداشت گیاهان باغی، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان
۳- دانشجوی کارشناسی ارشد سابق، مهندسی تولیدات گلخانه، گروه علوم باغبانی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه لرستان

https://doi.org/10.22067/jhs.2022.75778.1151

4- *Vitis vinifera* L.

محسوب می‌شود، به طوری که هر ساله بیش از یک پنجم محصولات به صورت ضایعات از بین می‌روند و این رقم در کشورهای جهان سوم به بیش از ۵۰ درصد نیز می‌رسد. بر اساس آمار، حدود ۲۰-۱۵ میلیون تن از محصولات کشاورزی ایران به صورت ضایعات از بین می‌رود (Nejatian *et al.*, 2013). امروزه با توجه به تمایل مصرف کنندگان به استفاده از مواد خوراکی با کیفیت، استفاده از فیلم‌ها و پوشش‌های زیست تخریب‌پذیر و با ویژگی ضد میکروبی، به عنوان یک جایگزین مناسب برای نگهدارنده‌های مصنوعی، با هدف حفظ امنیت غذایی و جلوگیری از هدر رفت سرمایه حائز اهمیت می‌باشد (Corbo *et al.*, 2010). پوشش‌های خوراکی، لایه نازک خوراکی هستند که جهت افزایش عمر انبارمانی و کیفیت میوه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرند. این ماده، کیفیت و سلامت محصول را با ایجاد یک مانع نیمه تراوا نسبت به بخار آب و گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن بین محصول و محیط اطراف، افزایش داده و برای جلوگیری از تنفس بی‌هوازی، مقدار مشخصی از گازها را عبور می‌دهد و به این ترتیب، ماندگاری محصول را افزایش می‌دهد (Ehtesham nia *et al.*, 2020; Karimi *et al.*, 2018). استفاده از این پوشش‌ها به دلیل دارا بودن مواد طبیعی و عدم ایجاد مشکلات محیط زیستی، مورد توجه قرار گرفته است. این پوشش‌ها، موجب کاهش از دست دادن آب محصول، حفظ مواد معطر، کاهش تنفس، جلوگیری از تغییر رنگ و بهبود ویژگی‌های ظاهری میوه می‌شوند (Asadi *et al.*, 2020). پوشش‌های خوراکی می‌توانند با ایجاد ساختار محافظت کننده در برابر آسیب‌های مکانیکی، اکسیداسیون، تخریب لیپیدها و واکنش‌های شیمیایی درون سلول، کیفیت میوه‌ها را افزایش دهند (Han *et al.*, 2014).

از جمله مهم‌ترین روش‌های افزایش ماندگاری و حفظ کیفیت محصولات کشاورزی و به خصوص میوه‌ها، استفاده از پوشش‌های خوراکی در سطح محصول است. کیتوسان[1] از مهم‌ترین مشتقات طبیعی کیتین که حدود ۵۰ درصد از گروه‌های استیل آن حذف شده است (Sarvaiya and Agrawal, 2015). گلوکز آمین و N- استیل گلوکز آمین از واحدهای تشکیل دهنده کیتوسان هستند (با پیوند بتا- گلیکوزیدی بتا ۱ و ۴). کیتوسان، کاربردهای فراوانی در صنایع غذایی و کشاورزی دارد (Feliziani *et al.*, 2015) و یک پوشش طبیعی فعال، غیر سمی، دارای فعالیت ضد اکسایشی، زیست تخریب‌پذیر و سازگار با محیط زیست است (McHugh and Senesi, 2000).

در سال‌های اخیر استفاده از ژل آلوئه‌ورا برای افزایش ماندگاری و کیفیت میوه‌ها در مرحله پس از برداشت مورد توجه قرار گرفته است، آلوئه‌ورا از خانواده لیلیاسه[2]، یک گیاه چندساله است که برگ‌های آن ارزش دارویی دارند، پوشش‌دهی با ژل آلوئه‌ورا با ایجاد تغییرات مثبت و استانداردسازی محصولات بسیار مهم و قابل توجه است (Dalia *et al.*, 2017). ژل آلوئه‌ورا منبع غنی از ویتامین، پروتئین و قند است (Guillen *et al.*, 2013). پوشش خوراکی ژل آلوئه‌ورا، با تغییر اتمسفر درونی میوه، کاهش از دست دادن وزن و جلوگیری از گسترش ریزجانداران سبب افزایش ماندگاری میوه‌ها می‌شود (Bill *et al.*, 2014). آلوئه‌ورا حاوی بیش از ۷۵ ماده مغذی و حدود ۲۰۰ ترکیب فعال از جمله ویتامین، آنزیم، مواد معدنی، قند، لیگنین، آنتراکوئینون، ساپونین، سالیسیلیک اسید و اسیدهای آمینه می‌باشد. با توجه به اینکه، ژل آلوئه‌ورا فاقد طعم و بو می‌باشد، لذا کاربرد آن، گزینه مناسبی به عنوان پوشش میوه‌ها پس از برداشت محسوب می‌شود و به علت دارا بودن خاصیت کشسانی و محلول شدن در آب، به صورت یک لایه مناسب روی محصول قرار گرفته و مانع از دست دهی رطوبت میوه می‌شود (Choi and Chung, 2003). پژوهش‌ها نشان داده که کاربرد کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب افزایش سفتی بافت میوه، اسیدیته قابل تیتراسیون، محتوای فنول کل و کاهش پوسیدگی و تاخیر در روند رسیدن میوه در محصولاتی مانند عروسک پشت پرده (Heidar nejad *et al.*, 2020)، کیوی (Asadi *et al.*, 2020)، سیب (Ghasi Mogadam *et al.*, 2020)، موز (Lustriane *et al.*, 2018)، زیتون (Moradi Ganjeh *et al.*, 2020)، بلوبری (Xing *et al.*, 2021) و انگور یاقوتی (Ehtesham Nia *et al.*, 2021) شد. در خصوص توجیه کاربرد این مواد، می‌توان اظهار نمود که امروزه استفاده از موادی که منشا طبیعی دارند، در دسترس و ارزان باشند و در پژوهش‌های علمی، کارایی آن‌ها اثبات شده باشد قطعا نسبت به روش‌های مرسوم در نگهداری مواد خوراکی مثل میوه (استفاده از سموم شیمیایی) در اولویت پذیرش توسط عموم هستند. در این مطالعه هم از کیتوسان حاصل از کیتین که از ضایعات و مواد دور ریختنی صنعت شیلات (پوسته میگو و خرچنگ و ... که دور ریز صنعت شیلات در این بخش است) استفاده شده است و با توجه به نقش مثبت کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا، پژوهش حاضر با هدف بررسی اثر محلول‌پاشی قبل از برداشت کیتوسان و بعد از برداشت ژل آلوئه‌ورا برخی ویژگی‌های کمی و کیفی انگور رقم عسگری انجام شد.

مواد و روش‌ها

در این پژوهش، درختان بالغ ۱۲ ساله انگور رقم عسگری در باغ داربستی منطقه آبستان از توابع شهرستان خرم‌آباد در سال ۱۳۹۸ مورد بررسی قرار گرفتند. در مرحله قبل از برداشت، کیتوسان به‌صورت محلول‌پاشی روی درخت و در مرحله بعد از برداشت، ژل آلوئه‌ورا به‌صورت غوطه وری میوه در ژل آلوئه‌ورا در آزمایشگاه، اعمال گردید (Sogvar *et al.*, 2016). پس از اعمال تیمار، میوه‌ها در یخچال با

1- Chitosan
2- Liliaceous

دمای ۰/۵ ± ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و در مراحل زمانی مختلف از نظر ویژگی‌های کمی و کیفی میوه مورد بررسی قرار گرفتند.

محلول‌پاشی با کیتوسان قبل از برداشت

۲۰ درخت انگور یکسان (از نظر اندازه و بار میوه، با ۵۰ تا ۷۰ شاخه یکساله به‌صورت ۱۴-۸ جوانه‌ای) انتخاب و خوشه‌های انگور با غلظت‌های مختلف کیتوسان (آب مقطر یا شاهد، ۲ و ۳ درصد کیتوسان) در مراحل مختلف رشد (تشکیل میوه[1]، ۳۵ و ۵۰ روز بعد از آن) به‌طور مستقیم با ۴ لیتر در هر تاک، از طریق دستگاه سم‌پاش دستی محلول‌پاشی شدند (۲ میلی‌لیتر توئین ۸۰ درصد به‌عنوان ماده سطحی فعال اضافه شد) (Puvvada *et al.*, 2012).

غوطه‌وری در ژل آلوئه‌ورا پس از برداشت

برای این مرحله، پس از برداشت میوه‌های انگور بلافاصله به آزمایشگاه منتقل شده و به مدت ۱۰ تا ۲۰ ثانیه در غلظت‌های (صفر، ۲۵ و ۳۳ درصد) ژل آلوئه‌ورا غوطه‌ور و پس از آن، در مجاورت هوا خشک شدند. سپس، میوه‌های انگور با وزن حدود ۳۶۰-۳۰۰ گرم در هر واحد آزمایشی به مدت ۲۸ روز در دمای ۴ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند و مورد بررسی قرار گرفتند (Sogvar *et al.*, 2016).

آماده‌سازی ژل آلوئه‌ورا

برگ‌های تازه آلوئه‌ورا بلافاصله پس از برداشت، با آب مقطر استریل شستشو داده شد. سپس با استفاده از یک چاقوی دستی قسمت میانی برگ برش داده شده و پوست برگ‌ها از گوشت وسط برگ (پارانشیم) که حاوی ژل می‌باشد، جدا شد. پارانشیم پس از جداسازی توسط یک مخلوط‌کن به مدت ۵ دقیقه خرد شد و ژل خالص، پس از عبور مخلوط از صافی پارچه‌ای جمع‌آوری گردید. به منظور پاستوریزه کردن، ژل خالص در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۵ دقیقه قرار گرفت و در نهایت غلظت‌های مورد نظر (۲۵ و ۳۳ درصد وزنی-وزنی) با اضافه کردن آب مقطر به ژل تهیه شد (Sogvar *et al.*, 2016).

اندازه‌گیری ویژگی‌های بیوشیمیایی انگور 'عسگری'

مواد جامد محلول، اسیدیته و مقدار اسید تارتاریک

برای این منظور ابتدا آبگیری میوه‌ها انجام شد و آب میوه به‌دست آمده در اندازه گیری‌های مواد جامد محلول، اسیدیته، شاخص طعم (نسبت مواد جامد محلول به اسید) و مقدار اسید تارتاریک مورد استفاده قرار گرفت (Ehtesham Nia *et al.*, 2021). برای اندازه‌گیری مواد جامد محلول (TSS) از دستگاه رفراکتومتر دستی (ATAGO Company, Fukuoka, Japan) در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد استفاده گردید و مقدار قند بر حسب درجه بریکس بیان شد (Ehtesham Nia *et al.*, 2021). اسیدیته آب میوه با استفاده از دستگاه pH سنج (Hanna Instruments Inc., Romania) اندازه گیری شد (Ehtesham Nia *et al.*, 2021). به این منظور، در هر نوبت اندازه‌گیری دستگاه با بافرهای ۴ و ۷ کالیبره شد، سپس الکترود دستگاه داخل آب میوه قرار گرفت و پس از ثابت شدن عدد نمایش داده شده، میزان اسیدیته آب میوه ثبت شد. مقدار اسید تارتاریک میوه با استفاده از روش تیتراسیون اندازه‌گیری شد. در این روش، ۲ میلی‌لیتر آب میوه با آب مقطر به حجم ۲۰ میلی‌لیتر رسانده شد و پس از همگن شدن، با سود ۰/۱ نرمال تا رسیدن به اسیدیته نهایی ۰/۱±۸/۱ تیتر شد. اسیدیته کل با استفاده از فرمول (۱) محاسبه و مقدار عددی آن بر حسب اسید غالب انگور (اسید تارتاریک) بیان شد.

$$TA\ (gr/100ml) = \frac{V \times N \times (meq \cdot W_t) \times 100}{v \times 1000} \qquad (۱)$$

V: حجم سود مصرفی برای تیتراسیون بر حسب میلی‌لیتر،

N: نرمالیته سود مصرفی (۰/۱ نرمال)،

meq. W_t: میلی اکی‌والان اسید تارتاریک (۷۵/۰۵)،

v: حجم نمونه آب میوه بر حسب میلی‌لیتر

سفتی بافت میوه

اندازه گیری سفتی بافت میوه با دستگاه سفتی‌سنج مدل (Lutron FG5020, Taiwan) با یکبار نفوذ میله نفوذکننده با قطر ۲ میلی‌متر در نیمه استوایی هر حبه انجام شد. برای این پارامتر در هر تکرار ۵ حبه بررسی و سفتی بافت میوه بر اساس بیشینه نیروی لازم برای نفوذ میله در گوشت حبه، بر حسب کیلوگرم نیرو (Kgf) بیان شد.

اندازه‌گیری محتوای کل فنل

به این منظور ۰/۵ گرم نمونه با ۳ میلی‌لیتر متانول ۸۵ درصد (حاوی ۲ میلی‌مولار سدیم فلوراید) داخل هاون کوبیده شد. مخلوط به‌دست آمده به مدت ۵ دقیقه در دمای ۲۵ درجه سانتی‌گراد سانتریفیوژ شد (۵۰۰۰ دور در دقیقه). سپس ۳۰۰ میکرولیتر از عصاره الکلی حاصل در لوله‌های آزمایش جداگانه ریخته و ۱۵۰۰ میکرولیتر معرف فولین (۱۰ درصد) اضافه شد. پس از ۱۰ دقیقه ۱۲۰۰ میکرولیتر کربنات سدیم (۷ درصد) به آن اضافه شد و روی دستگاه شیکر با سرعت ۹۰ دور در دقیقه در دمای اتاق قرار گرفت و در نهایت، در شرایط تاریکی، جذب نوری نمونه در طول موج ۷۶۵ نانومتر با دستگاه طیف‌سنج (UV1100 ،Mapada) تعیین و مقدار فنل کل با استفاده از منحنی استاندارد اسید گالیک، بر اساس میلی-

1- Fruit set

گرم اسید گالیک در گرم وزن تازه میوه بیان شد (Singleton *et al.*, 1999).

ظرفیت آنتی‌اکسیدانی

غلظت‌های مختلف عصاره با ۲ میلی‌لیتر محلول ۰/۰۰۴ درصد DPPH مخلوط گردید. محلول شاهد شامل ۲ میلی‌لیتر DPPH و ۲ میلی‌لیتر متانول بود. عصاره به مدت ۳۰ دقیقه در تاریکی در دمای اتاق نگهداری شد و جذب نمونه‌ها در ۵۱۷ نانومتر در مقابل شاهد متانول قرائت و درصد مهار رادیکال آزاد (I٪) هر عصاره به کمک فرمول (۲) محاسبه شد:

$$I = (A_{control} - A_{sample})/A_{control} \times 100 \qquad (۲)$$

IC_{50} عصاره، غلظتی از سوبسترا بر حسب میلی‌گرم بر میلی‌لیتر است که برای احیای رادیکال DPPH به میزان ۵۰ درصد اولیه نیاز است. IC_{50} عصاره، از منحنی درصد مهار در مقابل غلظت‌های مختلف عصاره به‌دست آمد. با محاسبه IC_{50} برای آسکوربیک اسید، به عنوان استاندارد و بر اساس فعالیت آنتی‌اکسیدانی معادل آسکوربیک اسید بیان گردید (Miliauskas *et al.*, 2004). به این منظور، غلظت‌های مختلفی از آسکوربیک اسید به عنوان استاندارد تهیه شد و به آن‌ها محلول DPPH اضافه و عصاره میوه هم در سه تکرار تهیه و به آن هم DPPH اضافه گردید و پس از به دست آوردن درصد فعالیت DPPH، مقدار IC50 عصاره و آسکوربیک اسید نیز تعیین شد و در نهایت از روی معادله خط به دست آمده، غلظتی از عصاره یا آسکوربیک اسید که توانایی روبش ۵۰ درصد از رادیکال‌های آزاد را دارا بودند به دست آمد.

شاخص پوسیدگی

شاخص پوسیدگی در سطح میوه در طول دوره انبارمانی با استفاده از علایم ظاهری مورد بررسی قرار گرفت، این شاخص با استفاده از شدت علائم پوسیدگی میکروبی اندازه گیری و نتایج با مقیاس آسیب جدول ۱ گزارش شد و نتایج به صورت درصد پوسیدگی با استفاده از فرمول (۳) بیان شد (Meng *et al.*, 2010):

جدول ۱- نتایج مقیاس آسیب حبه

Table 1- Result of damage scale of berry

علایم پوسیدگی Symptoms of decay	درصد پوسیدگی Decay percentage
بدون پوسیدگی No decay	0
پوسیدگی با کمتر از ۲ میلی‌متر قطر Decay less than 2 mm in diameter	1
پوسیدگی با کمتر از ۵ میلی‌متر قطر Decay less than 5 mm in diameter	2
۲۵ درصد آلودگی سطح حبه 25% decay of the berry surface	3
آلودگی بیشتر از ۲۶ درصد سطح حبه Decay more than 26% of the berry surface	4

$$D = (100\sum(DI_{scale}) \times \text{Number of fruits at the } DI_{scale}) / 5 \times \text{Total number of fruits} \qquad (۳)$$

تجزیه و تحلیل آماری

این مطالعه به‌صورت آزمایش فاکتوریل (۲ فاکتور) در قالب طرح کاملا تصادفی در سه تکرار انجام شد. فاکتور اول، اثر تیمارهای مورد بررسی در هفت سطح شامل:

T1= شاهد (Control)

T2=کیتوسان ۲ درصد (CTS 2%)

T3=کیتوسان ۳ درصد (CTS 3%)

T4=کیتوسان ۲ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد (AVG CTS 2%+25%)

T5=کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد (AVG CTS 3%+25%)

T6=کیتوسان ۲ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد (AVG CTS 2%+33%)

T7=کیتوسان ۳ درصد+ ژل آلوئه‌ورا ۳۳ درصد (AVG CTS 3%+33%)

فاکتور دوم زمان انبارمانی در پنج سطح (صفر، ۷، ۱۴، ۲۱ و ۲۸ روز بعد از برداشت) بود. تجزیه داده‌ها با استفاده از نرم‌افزار SAS (PROC GLM in SAS v. 9.2) انجام و اختلاف بین تیمارها برای هر صفت با آزمون حداقل اختلاف معنی‌دار (LSD) در سطح احتمال ۵ درصد مشخص شد.

نتایج و بحث

بر اساس نتایج تجزیه واریانس، اثر متقابل نوع تیمار و مدت زمان انبارمانی بر تمام صفات مورد بررسی در این مطالعه به غیر از مواد جامد محلول در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). محلول‌پاشی کیتوسان در مرحله قبل از برداشت و کاربرد ژل آلوئه‌ورا در مرحله پس از برداشت، موجب تاخیر در فرآیند پیری و رسیدن انگور در مرحله پس از برداشت شد.

اثر کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر مواد جامد محلول، اسیدیته، اسید تارتاریک و شاخص طعم

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که تیمارهای ترکیبی کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان مواد جامد محلول در پنج مرحله اندازه‌گیری (تا روز ۲۸) داشتند (جدول ۲). مقایسه میانگین تیمارها نشان داد که کاربرد کیتوسان ۲ درصد میزان مواد جامد محلول را نسبت به سایر تیمارها به جز شاهد افزایش داد. بر همین اساس، بیش‌ترین مواد جامد محلول (۱۸/۷۸ درجه بریکس) در تیمار کیتوسان ۲ درصد در روز ۲۸ام بعد از انبارمانی نسبت به تیمار شاهد به دست آمد (جدول ۳). کم‌ترین میزان مواد جامد محلول (۱۵/۲۱ درجه بریکس) در تیمار ترکیبی کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا در زمان اول انبارمانی مشاهده شد. در پژوهشی که روی میوه موز (Karimi *et al.*, 2018) و میوه بلوبری (Xing *et al.*, 2021) انجام شد نتایج مشابهی در رابطه با اثر کیتوسان مشاهده شده است. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل تیمارها بر میزان اسیدیته در هر پنج دوره انبارمانی در سطح احتمال یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۲). در تیمار کیتوسان ۲ درصد، بیش‌ترین میزان اسیدیته (۳/۰۰۳) در روز ۲۱ام نسبت به سایر تیمارها به جز شاهد وجود داشت و در تیمارهای ترکیبی کیتوسان ۲درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد کم‌ترین میزان اسیدیته (۲/۱۴) به دست آمد و بین تیمار کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) و تیمار کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۳). کاهش اسیدیته در میوه توت سیاه پوشش‌دار با کیتوسان (Parvizi *et al.*, 2021) گزارش شده که منطبق بر نتایج پژوهش حاضر است. تجزیه واریانس نشان داد که تیمار کیتوسان اثر معنی‌داری بر میزان اسید تارتاریک در مدت زمان‌های بعد از انبارمانی داشتند (جدول ۳)، بیش‌ترین میزان اسید (۲/۸۷ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) نسبت به سایر تیمارها به جز شاهد، در تیمارهای کیتوسان ۲ و ۳ درصد در روز یکم اندازه‌گیری به دست آمد و کم‌ترین میزان (۱/۱۲ گرم بر ۱۰۰ میلی‌لیتر) متعلق به تیمارهای ترکیبی کیتوسان (۲ و ۳ درصد) به همراه ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) در روز ۲۸ام بعد از انبارمانی بود (جدول ۳). سایر محققان نیز نتایج مشابهی در رابطه با کاهش اسید در میوه توت سیاه (Parvizi *et al.*, 2021) و توت فرنگی (Nguyen and Nguyen, 2020) ارائه کرده‌اند. بر اساس نتایج تجزیه واریانس ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر شاخص طعم میوه انگور داشت و بیش‌ترین مقدار (۱۶/۴۶) در تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در روز ۲۸ام بعد از انبارمانی مشاهده شد که، البته اختلاف معنی‌داری با تیمار کیتوسان ۳ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا نداشت، کم‌ترین میزان شاخص طعم (۵/۸۵) در تیمار کیتوسان ۳ درصد به دست آمد که با تیمار شاهد در زمان صفر فاقد اختلاف معنی‌دار بود (جدول ۳) که با نتایج به دست آمده توسط سایر محققان در رابطه با اثر پوشش آلوئه‌ورا بر میوه سیب منطبق است (Ghasi Mogadam *et al.*, 2020). افزایش مواد جامد محلول (قند) در اثر تبدیل نشاسته به قند، افزایش سرعت تنفس، تجزیه پلی ساکاریدهای دیواره سلولی، کاهش اسید و افزایش وزن خشک در اثر کاهش رطوبت می‌باشد (Shiri *et al.*, 2016). در میوه‌های پوشش‌دار شده با کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا، به علت تغییر در میزان گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن و اتیلن، میزان تنفس بافت کاهش یافته و به دنبال این فرآیند میزان مواد جامد محلول کاهش می‌یابد. اسیدیته بیانگر اسیدی و قلیایی بودن است، اما بین اسیدیته میوه و میزان اسیدهای آلی ارتباط مستقیمی وجود ندارد، با اینکه طی مدت زمان انبارمانی، کاهش اسیدهای آلی منجر به افزایش اسیدیته می‌شود، اما این افزایش در میوه‌های مختلف متفاوت است، چون علاوه بر اسید، مواد دیگری بر میزان اسیدیته تاثیرگذار خواهند بود. به طور کلی در اکثر محصولات در مدت زمان انبارداری میزان اسیدیته افزایش می‌یابد، که این افزایش را به کاهش اسیدهای آلی در اثر تنفس و تبدیل شدن آن‌ها به قند مرتبط می‌دانند (Perkins-Veazie *et al.*, 2008). میزان اسیدهای آلی طی مدت زمان انبارمانی میوه، به علت مصرف در فرآیندهای تنفس و تبدیل شدن به قند، کاهش می‌یابد و مقدار این اسیدها نشان دهنده فعالیت متابولیکی بافت می‌باشد (Marandi, 2003). پوشش‌های خوراکی، سرعت تنفس بافت را کاهش داده و در نتیجه موجب حفظ اسیدهای آلی و جلوگیری از کاهش آن‌ها می‌شود. در نتیجه در میوه‌های با پوشش کیتوسان، روند کاهش مقدار اسیدهای آلی کندتر خواهد شد (Ding *et al.*, 2002). شاخص طعم میوه، بستگی به تغییر مواد جامد محلول و میزان اسیدهای آلی دارد و مصرف اسیدهای آلی و تبدیل شدن به قند موجب افزایش مقدار عددی شاخص طعم می‌شود (Razzaq *et al.*, 2014). به طور معمول میزان اسیدهای قابل تیتراسیون با میزان اسیدهای آلی میوه در ارتباط است و در اثر افزایش فعالیت متابولیکی میوه، میزان مصرف اسیدهای آلی افزایش یافته و در نهایت شاخص طعم افزایش می‌یابد (Gol *et al.*, 2013).

جدول ۲- تجزیه واریانس اثر کاربرد قبل از برداشت کیتوسان و بعد از برداشت ژل آلوئه‌ورا بر ویژگی‌های میوه انگور رقم 'عسکری'

Table 2- ANOVA for the effect of chitosan pre-harvest and *Aloe vera* gel post-harvest application on fruit traits of *Vitis vinifera* cv. Asgari

منابع تغییرات S.O.V.	درجه آزادی Df	میانگین مربعات Mean squares							
		مواد جامد محلول کل Total Solid Solid (TSS)	اسید تارتاریک Tartaric acid	اسیدیته pH	شاخص طعم TSS/TA	شاخص پوسیدگی Decay index	سفتی Firmness	ظرفیت آنتی‌اکسیدانی Antioxidant activity	محتوای فنل کل Total phenolic content
تیمار Treatment	6	1.380*	1.322*	10.9**	23.471**	183.811**	0.169**	600.222**	1288.811**
زمان انبارى Storage time	4	22.841**	5.560**	0.160**	181.390**	424.410**	0.117**	70.271**	1370.110**
تیمار×زمان انباری Treatment×Storage time	24	0.606ns	0.043**	0.035**	3.471**	41.116**	0.001**	23.022**	68.022**
خطا Error	70	0.606	0.006	0.006	0.607	0.880	0.0002	1.260	6.581
ضریب تغییرات CV (%)	-	4.501	3.624	3.111	8.708	21.512	2.555	2.436	1.804

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال ۵ و ۱ درصد و عدم اختلاف معنی‌دار.

*, ** and ns: Significant at 5% and 1% of probability levels, and non-significant, respectively.

جدول ۳- اثر متقابل تیمارهای قبل از برداشت کیتوسان و پس از برداشت ژل آلوئه‌ورا ×زمان‌های مختلف انبارمانی بر ویژگی‌های بیوشیمیایی انگور 'عسگری'

Table 3- The interaction effect of CTS (chitosan) pre-harvest and AVG (*Aloe vera* L.) gel postharvest treatments ×different storage times on the biochemical characteristics of *Vitis vinifera* L. cv. 'Asgari'

ویژگی بیوشیمیایی Biochemical trait	تیمار Treatment	تعداد روز بعد از ذخیره‌سازی Days after storage (DAS)				
		0	7	14	21	28
مواد جامد محلول Total Soluble Solid (TSS)	Control	14.66^{p}	$16.89^{ghijklmn}$	$18.06^{bcdefgh}$	18.63^{abc}	19.59^{a}
	CTS 2%	16.73^{ijklmn}	16.85^{hjklmn}	$17.28^{defghijk}$	$17.95^{bcdefghi}$	18.78^{ab}
	CTS 3%	15.66^{nop}	16.78^{ijklmn}	$17.01^{fghijklm}$	$17.79^{bcdefghij}$	18.52^{abcd}
	CTS 2%+AVG 25%	16.33^{klmno}	$17.39^{cdefghijk}$	$17.78^{bcdefghij}$	18.26^{bcdef}	18.41^{abcde}
	CTS 3%+AVG 25%	15.96^{lmno}	16.46^{klmno}	$17.30^{defghijk}$	17.74^{bcdefg}	18.10^{bfgh}
	CTS 2%+AVG 33%	15.89^{mnop}	16.65^{jklmn}	16.70^{ijklmn}	17.86^{bcdefg}	18.12^{bfg}
	CTS 3%+AVG 33%	15.21^{op}	16.63^{jklmn}	$17.18^{efghijkl}$	$17.43^{cdefghijk}$	17.77^{bfghij}
اسیدیته PH	Control	2.95^{cd}	3.12^{ab}	3.15^{a}	3.18^{a}	3.06^{abc}
	CTS 2%	2.28^{hi}	2.86^{de}	2.97^{cd}	3.00^{bc}	2.80^{e}
	CTS 3%	2.19^{hi}	2.53^{fg}	2.57^{fg}	2.62^{f}	2.47^{e}
	CTS 2%+AVG 25%	2.14^{i}	2.16^{hi}	2.17^{hi}	2.19^{hi}	2.18^{hi}
	CTS 3%+AVG 25%	2.15^{hi}	2.17^{hi}	2.19^{hi}	2.20^{hi}	2.18^{hi}
	CTS 2%+AVG 33%	2.23^{hi}	2.24^{hi}	2.27^{hi}	2.28^{h}	2.25^{hi}
	CTS 3%+AVG 33%	2.19^{hi}	2.20^{hi}	2.22^{hi}	2.23^{hi}	2.22^{hi}
اسید تارتاریک Tartaric acid	Control	3.30^{a}	2.74^{bc}	2.74^{bc}	2.16^{fgh}	2.02^{ijk}
	CTS 2%	2.87^{b}	2.55^{de}	2.12^{ghij}	2.03^{hijk}	1.85^{lm}
	CTS 3%	2.80^{b}	2.44^{e}	2.14^{fghi}	1.97^{kl}	1.76^{mn}
	CTS 2%+AVG 25%	2.62^{cd}	2.26^{f}	2.02^{ijk}	1.64^{no}	1.12^{q}
	CTS 3%+AVG 25%	2.62^{cd}	2.27^{f}	2.10^{ghijk}	1.60^{op}	1.16^{q}
	CTS 2%+AVG 33%	2.63^{cd}	2.15^{fghi}	1.82^{m}	1.48^{p}	1.19^{q}
	CTS 3%+AVG 33%	2.59^{d}	2.17^{fg}	2.01^{jk}	1.61^{op}	1.20^{q}
شاخص طعم TSS/TA	Control	4.45^{p}	5.26^{op}	6.60^{lmn}	8.60^{ghi}	9.66^{efg}
	CTS 2%	5.83^{no}	6.60^{lmn}	8.14^{hij}	8.83^{ghi}	10.16^{def}
	CTS 3%	5.60^{nop}	6.86^{klmn}	7.92^{hijk}	9.04^{fgh}	10.51^{de}
	CTS 2%+AVG 25%	6.23^{mno}	7.67^{ijkl}	8.78^{ghi}	11.20^{cd}	16.64^{a}
	CTS 3%+AVG 25%	6.08^{mno}	7.23^{jklm}	8.24^{hij}	11.27^{cd}	15.78^{ab}
	CTS 2%+AVG 33%	6.02^{mno}	7.74^{ijkl}	9.14^{fgh}	12.02^{c}	15.14^{b}
	CTS 3%+AVG 33%	5.85^{no}	7.64^{ijkl}	8.54^{ghi}	10.77^{cde}	14.73^{b}

کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا یک مانع با نفوذپـذیری انتخـابی در برابـر گازهای اکسیژن و دی اکسید کربن ایجاد می‌کند و با قـرار دادن دی اکسید کربن در سطح بالاتر و کاهش اکسیژن، اتمسفر تغییر یافتـه‌ای را در اطراف میوه ایجاد می‌کند که این امر، میزان تنفس و تولید اتیلن را کاهش داده و در نتیجه باعث کاهش فرآیند پیری می‌شود و مصرف اسیدهای آلی و قند کـاهش یافتـه و از افـزایش اسـیدیته جلـوگیری می‌شود (Cheung *et al.*, 2015).

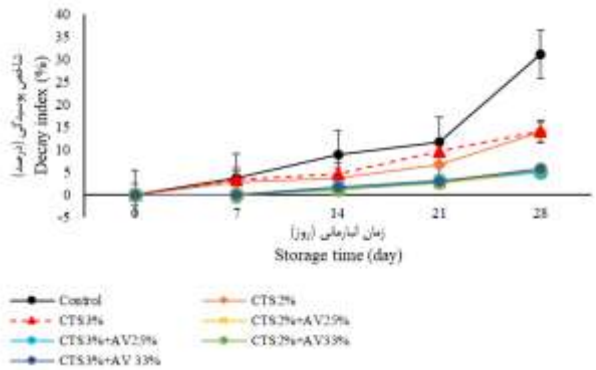
اثر کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر شاخص پوسیدگی

کاربرد تیمار کیتوسـان و ژل آلوئـه‌ورا در تمـام غلظـت‌هـای بـه کاربرده شده موجب کاهش پوسیدگی بافت میوه انگور عسگری شدند و کم‌ترین میزان پوسیدگی بافت (۳ درصد) متعلق بـه تیمـار ترکیبـی کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا در روز ۱۴ام بعـد از انبارمـانی بود، بیش‌ترین میزان پوسـیدگی (۳۲ درصـد) در تیمـار شـاهد در روز ۲۸ام مشاهده شد (شکل ۱)، در تـوت فرنگـی‌هـای تیمـار شـده بـا کیتوسان نیز میزان پوسیدگی کـاهش یافـت (Wang *et al.*, 2021) که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد.

اثر کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر محتوای کل فنل

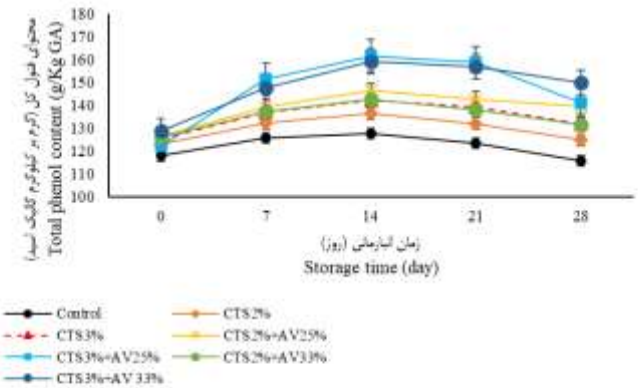
براساس نتـایج تجزیـه واریـانس اثـر متقابـل تیمارهـا، ترکیـب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بـر میزان فنل داشت به‌طوری‌که بیش‌ترین میزان فنل کل (۱۶۱/۱۳ گرم بر کیلوگرم گالیک اسید) در تیمار ترکیبی کیتوسان ۳ درصد به همـراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصـد در روز ۱۴ام بعـد از انبارمـانی مشـاهده شـد و کم‌ترین میزان (۱۱۵/۳ گرم بر کیلوگرم گالیک اسید) متعلق به تیمـار شاهد در روز ۲۸ام بود (شکل ۲). افزایش محتوای فنل کـل در زغـال اختـه (Esmaeeli *et al.*, 2019) و انبـه (Xing *et al.*, 2020) گزارش شده که با نتایج پژوهش مطابقـت دارد. مـواد فنلـی در بافـت همه میوه‌ها وجود دارند و جزء فراوان‌ترین ترکیبـات متابولیـت ثانویـه قرار دارند. فنیل آلانین، پیش ساز ترکیبات فنلی می‌باشد. فاکتورهـای

مختلفی از جمله ژنوتیپ، مرحله رسیدن در پس از برداشت، فصل رشد، نوع رقم و شرایط انبار بر تغییر در میزان ترکیبات فنلی در طول دوره انبارمانی موثر می‌باشد. این مواد به عنوان یک مهار کننده قوی برای مقابله با تنش‌های اکسایشی هستند و موجب حذف رادیکال‌های آزاد می‌شوند (Bautista-Banos *et al.*, 2003). پوشش کیتوزان و ژل آلوئه‌ورا با تغییر اتمسفر اطراف میوه، موجب تاخیر در فعالیت آنزیم فنیل آلانین آمونیالیاز می‌شود (Diaz-Mula *et al.*, 2011).



شکل ۱- اثر کاربرد کیتوسان (محلول‌پاشی قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر شاخص پوسیدگی میوه انگور رقم عسگری

Figure 1- The application effect of chitosan (pre-harvest) and Aloe vera gel coating (postharvest) on decay index of *Vitis vinifera* cv. Asgari
(LSD, p≤0.05)



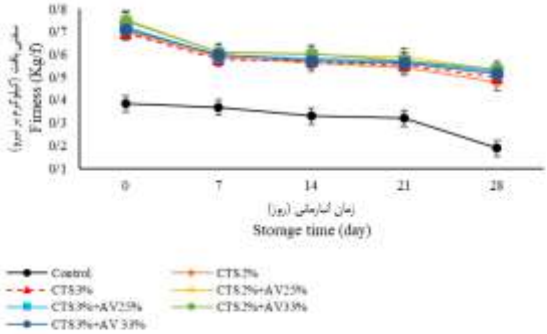
شکل ۲- اثر کاربرد کیتوسان (محلول‌پاشی قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر محتوای فنول کل میوه انگور رقم عسگری

Figure 2- The application effect of chitosan (pre-harvest) and Aloe vera gel coating (postharvest) on total phenol content of *Vitis vinifera* cv. Asgari
(LSD, p≤0.05)

اثر کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر سفتی بافت میوه

کاربرد کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا اثر معنی‌داری در سطح احتمال یک درصد بر میزان سفتی بافت میوه انگور داشت و برهمکنش تیمارها نشان داد که سفتی بافت میوه طی مدت زمان بعد از انبارمانی کاهش یافت، اما در تیمارهای ترکیبی کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا، میزان سفتی به طور معنی‌داری نسبت به شاهد افزایش نشان داد. بیش‌ترین میزان سفتی بافت میوه در تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در روز صفر اندازه گیری مشاهده شد و کم‌ترین میزان در تیمار شاهد به دست آمد (شکل ۳)، مشابه نتایج به دست آمده از سایر محققان، کیتوسان موجب افزایش میزان سفتی بافت توت فرنگی (Wang *et al*., 2021)، انگور (Ehtesham Nia *et al.*, 2021)، انگور دم خروسی (Sardarian and Arian Far, 2018) و زردآلو (Parsa *et al.*, 2019) شد. سفتی بافت میوه با ساختار دیواره سلول در ارتباط است، همچنین تبدیل کربوهیدرات‌های نامحلول (نشاسته) به کربوهیدرات‌های محلول (گلوکز و فروکتوز) بر میزان سفتی بافت موثر است. کاهش همی‌سلولز، گالاکتوز، پکتین و افزایش فعالیت آنزیم‌های هیدرولیز کننده موجب نرم شدن بافت میوه خواهد شد (Karimi *et al.*, 2018). نرم شدن بافت میوه در اثر تجزیه پروتوپکتین نامحلول، تبدیل آن‌ها به اسید پکتیک و پکتین محلول و نیز تجزیه پکتین توسط آنزیم‌های پلی‌گالاکتروناز و پکتین استراز

اتفاق می‌افتد و فعالیت این دو آنزیم تحت تاثیر اتیلن افزایش می‌یابد (Valero and Serrano, 2010). پوشش آلوئه‌ورا دارای مواد اصلی پلی ساکارید است و به عنوان مانعی برای جذب اکسیژن عمل می‌کند و در نتیجه سنتز اتیلن که موجب تسریع فرآیند پیری می‌شود را کاهش می‌دهد (Valero and Serrano, 2010).

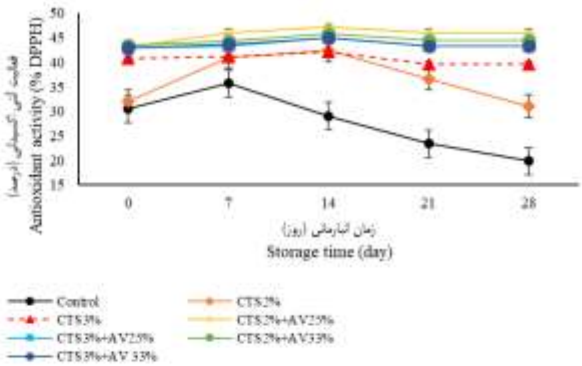


شکل ۳- اثر کاربرد کیتوسان (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر سفتی بافت میوه انگور رقم عسگری

Figure 3- The application effect of chitosan (pre-harvest) and Aloe vera gel coating (postharvest) on firmness of *Vitis vinifera* cv. Asgari
(LSD, p≤ 0.05)

اثر کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی

کاربرد ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا موجب افزایش فعالیت آنتی اکسیدانی میوه انگور شد (شکل ۴). با افزایش مدت زمان انبارمانی، میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی بافت میوه در تیمارهای کیتوسان ۲ و ۳ درصد و ترکیب کیتوسان و ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد) تا روز ۱۴ام بعد از انبارمانی افزایش یافت و پس از آن به تدریج روند کاهشی نشان داد. بیش‌ترین میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در ترکیب کیتوسان ۲ درصد به همراه ژل آلوئه‌ورا ۲۵ درصد در روز ۱۴ام مشاهده شد و کم‌ترین فعالیت آنتی‌اکسیدانی در تیمار شاهد در روز ۲۸ام وجود داشت (شکل ۴). میزان فعالیت آنتی‌اکسیدانی در زردآلو (Parsa *et al.*, 2019) و زغال اخته (Esmaeeli *et al.*, 2019) تحت تیمارهای کیتوسان و آلوئه‌ورا افزایش یافت که با نتایج پژوهش حاضر مطابقت دارد. کیتوسان با افزایش مواد فنولی و آنتی‌اکسیدانی، ظرفیت هضم کنندگی گونه‌های فعال اکسیژن را افزایش می‌دهد (Jongsri *et al.*, 2016). در بررسی‌ها نشان داده شده است که ارتباط مثبتی بین محتوای فنول و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی وجود دارد. از طرفی، فاکتورهای محیطی می‌توانند ظرفیت آنتی‌اکسیدانی میوه‌ها را تحت تاثیر قرار دهند و سیستم آنتی‌اکسیدانی با سم‌زدایی و حذف رادیکال‌های آزاد، ناهنجاری‌های میوه را رفع کرده و باعث افزایش کیفیت تغذیه‌ای میوه می‌شود (Sayyari *et al.*, 2011). پایین بودن اسیدیته، از قهوه‌ای شدن میوه ناشی از فعالیت آنزیم‌های کاتکین و اسیدکلروژنیک، جلوگیری می‌کند. پوشش ژل آلوئه‌ورا با کاهش اتلاف آب میوه، کاهش تنفس، کاهش تولید اتیلن و تاخیر در پیری موجب حفظ و افزایش ظرفیت آنتی‌اکسیدانی کل میوه می‌شود (Yahia *et al.*, 2001).



شکل ٤- اثر کاربرد کیتوسان (قبل از برداشت) و پوشش ژل آلوئه‌ورا (پس از برداشت) بر فعالیت آنتی‌اکسیدانی میوه انگور رقم عسگری

Figure 4- The application effect of chitosan (pre-harvest) and Aloe vera gel coating (postharvest) on antioxidant activity of *Vitis vinifera* cv. 'Asgari'
(LSD, p≤ 0.05)

نتیجه‌گیری

در این تحقیق، تیمار ترکیبی کیتوسان ۲ درصد و ژل آلوئه‌ورا (۲۵ و ۳۳ درصد)، موجب افزایش سفتی بافت میوه، اسید تارتاریک، شاخص طعم، محتوای فنل کل و فعالیت آنتی‌اکسیدانی انگور عسگری شد و میزان اسیدیته و شاخص پوسیدگی را کاهش داد. کاربرد این تیمارها عمر پس از برداشت انگور عسگری را ۱۴ روز افزایش داد، بنابراین می‌توان اظهار نمود که کاربرد کیتوسان در مرحله قبل از برداشت میوه و استفاده از ژل آلوئه‌ورا در مرحله پس از برداشت به عنوان پوشش‌هایی زیست تخریب پذیر و طبیعی، جهت افزایش عمر انبارمانی میوه انگور عسگری قابل توصیه می‌باشد.

منابع

1. Asadi, Z., Beig Mohamadi, Z., & Mirmajidi, A. (2020). Investigate of the effect of evaluation of the effect of food coating containing *Spirulina platensis*, chitosan and gelatin on physicochemical, sensory and nutritional properties of dried kiwi. *Food Science and Technology*, *102*(17): 68-53. https://doi.org/10.52547/fsct.17.102.53
2. Bautista-Banos, S., Hernandez-Lopez, M., Bosquez-Molina, E., & Wilson, C.L. (2003). Effects of chitosan and plant extracts on growth of *Colletotrichum gloeosporioides*, anthracnose levels and quality of papaya fruit. *Crop Protection*, *22*, 1087-1092. https://doi.org/10.1016/S0261-2194(03)00117-0
3. Bill, M., Sivakumar, D., Korsten, L., & Thompson, A.K. (2014). The efficacy of combined application of edible coatings and thyme oil in inducing resistance components in avocado (*Persea americana* Mill.) against anthracnose during post-harvest storage. *Crop Protection*, *64*, 159-167. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2014.06.015
4. Cheung, R., Ng, T., Wong, J., & Chan, W. (2015). Chitosan an update on potential biomedical and pharmaceutical applications. *Marine Drugs*, *13*(8), 51-56. https://doi.org/10.3390/md13085156
5. Choi, S., & Chung, M.H. (2003). A review on the relationship between *Aloe vera* component and their biologic effects. *Seminars in Integrative Medicine*, *1*, 53-62. https://doi.org/10.1016/S1543-1150(03)00005-X
6. Corbo, M.R., Speranza, B., Campaniello, D., D'Amato, D., & Sinigaglia, M. (2010). Fresh-cut fruits preservation: current status and emerging technologies. *Microbial Biotechnology*, *2*, 1143-1154.
7. Dalia, I., Sanchez-Machado, J., & Sanches-Silva, A. (2017). *Aleo vera*: Ancient knowledge with new frontirers. *Trends in Food Science and Technology*, *61*, 94–102. https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.005
8. Diaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Guillen, F., Valverde, J.M., Valero, D., & Serrano, M. (2011). Modified atmosphere packaging of yellow and purple plum cultivars. *Postharvest Biology and Technology*, *61*, 110-116. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.02.010
9. Ding, C.K., Chachin, K., Ueda, Y., Wang, C.Y., Imahoria, Y., & Chien, Y.W. (2002). Modified atmosphere packaging maintains postharvest quality of loquat fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *24*, 341-348. https://doi.org/10.1016/S0925-5214(01)00148-X
10. Ehtesham Nia, A., Taghipour, S., & Siahmansour, S. (2021). Pre-harvest application of chitosan and postharvest *Aloe vera* gel coating enhances quality of table grape (*Vitis vinifera* L. cv. 'Yaghouti') during postharvest period. *Food Chemistry*, *347*, 129012. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129012
11. Ehtesham nia, A., Taghipour, S.H., & Siahmansour, S. (2020). Effect of putrescin preharvest using and *Aloe vera* gel postharvest using on quality and shelf life of grape. *Journal of Horticultural Sciences (Agricultural Sciences and Industries)*, *35*(1), 116-103. https://doi.org/10.22067/JHS.2021.61904.0
12. Ercisli, S., & Orhan, E. (2007). Chemical composition of white (*Morus alba*), red (*Morus rubra*) and black (*Morus nigra*) mulberry fruits. *Food Chemistry*, *103*(4), 1380-1384. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.10.054
13. Esmaeeli, M., Ebrahim Zadeh, A., Hasan pour, H., & Hasan pour Aghdam, M. (2019). Effect of chitosan different concentration on shelf life and quality of Cornus postharvest. *Journal of Food Industry Research*, *29*(4), 152-139. https://doi.org/10.3390/horticulturae7120540
14. Feliziani, E., Landi, L., & Romanazzi, G. (2015). Preharvest treatments with chitosan and other alternatives to conventional fungicides to control postharvest decay of strawberry. *Carbohydrate Polymers*, *5*(132), 111-117. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.05.078
15. Ghasi Mogadam, M., Salahvarzi, Y., & Abedi, B. (2020). Increasing shelf life and quality of apple by using of *Aloe vera* gel and essential oil of Thyme Shiraz. *Iranian Horticultural Sciences*, *51*(4), 911-899.
16. Gol, B.N., Patel, R., Rao, P., & Ramana, T.V. (2013). Improvement of quality and shelf life of strawberries with edible coatings enriched with chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, *85*, 185-195. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.06.008
17. Guillén, F., Díaz-Mula, H.M., Zapata, P.J., Valero, D., Serrano, M., Castillo, S., & MartínezRomero, D. (2013). *Aloe arborescens* and *Aloe vera* gels as coatings in delaying postharvest ripening in peach and plum fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *83*, 54-57. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2013.03.011

18. Han, C., Zuo, J., Wang, Q., Xu, L., Zhai, B., & Wang, Z. (2014). Effects of chitosan coating on postharvest quality and shelf life of sponge gourd (*Luffa cylindrica*) during storage. *Scientia Horticulturae*, 166-178. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.09.007
19. Heidar nejad, R., Ghahramani, Z., Barzegar, T., & Rabiee, V. (2020). Effect of harvest time and chitosan on quality and shef life of Physalis. *Iranian Horticultural Sciences*, *5*(1), 186-173. https://doi.org/10.22059/ijhs.2018.250863.1389
20. Jongsri, P., Wangsomboondee, T., Rojsitthisak, P., & Seraypheap, K. (2016). Effect of molecular weights of chitosan coating on postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruit. *Food Science and Technology*, *73*, 28 -36. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.05.038
21. Karimi, M., Hoseini, M., & Zahedi, M. (2018). Effect of postharvest treatment chitosan using on quality of banana. *Journal of Production and Processing of Agricultural and Horticultural Products*, *8*(1), 14-1. https://doi.org/10.1002/fsn3.662
22. Lustriane, C., Dwivany, F., Suendo, V., & Reza, M. (2018). Effect of chitosan and chitosan-nanoparticles on postharvest quality of banana fruits. *Journal of Plant Biotechnology*, *45*, 36-44. https://doi.org/10.5010/JPB.2018.45.1.036
23. Marandi, Ch. (2003). *Post-harvest physiology*. Urmia University Press. 5:559-59. (In Persian)
24. McHugh, T.H., & Senesi, E. (2000). Apple wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*, *65*(3), 480-485. https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2000.tb16032.x
25. Meng, X.H., Qin, G.Z., & Tian, S.P. (2010). Influences of pre-harvest spraying *Cryptococcus laurentii* combined with postharvest chitosan coating on postharvest diseases and quality of table grapes in storage. *LWT – Food Science and Technology*, *43*(4), 596–601. https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.10.007
26. Miliauskas, G.P., Venskutonis, R., & Beek, T. (2004). Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plants. *Food Chemistry*, *85*(2), 231-237. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.05.007
27. Moradi Ganjeh, F., Meamar Dastjerdi, R., Heydari, M., & Movahed Nezhad, M.A. (2020). The effect of Chitosan-clay nano composite, wax coatings and olive oil on some quality properties of sweet lemon during shelf-life storage. *Agricultural Engineering (Scientific Journal of Agriculture)*, *43*(3). https://doi.org/10.22055/AGEN.2020.32308.1543
28. Nejatian, V., Mostofi, Y., Geransaie, M., & Abdousi, V. (2013). The impact of ozone on postharvest quality and storage life of Iranian grape varieties of Fakhri. *Iranian Journal of Horticultural Sciences*, *44*(1), 1-9. (In Persian)
29. Nguyen, D., & Nguyen, H. (2020). Effect of coating chitosan and chitosan-nano on the quality, poly phenol oxidase t malondealdihyde content of the strawberry (*Fragaria annanassa* Duch.). *Journal of Horticulture and Postharvest Reaserch*, *3*(1), 11-24. https://doi.org/10.22077/jhpr.2019.2698.1082
30. Orak, H.H. (2007). Total antioxidant activities, phenolics, anthocyanins, polyphenoloxidase activities of selected red grape cultivars and their correlations. *Scientia Horticulturae*, *111*(3), 235-241. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2006.10.019
31. Parsa, J., Smaeel Amiri, M., Hajiloo, J., Razavi, F., & Rahnemoun, H. (2019). Effect of *Aloe vera* gel on physiologiacal and biochemical triats of two cultivars of Apricot in storage. *Journal of Food Industry Research*, *30*(3), 203-219.
32. Parvizi, V., Shrzad, H., Alirezalo, A., & Rahmanzadeh Eshkeh, S.H. (2020). Effect of nano chitosan and essential oil Fennel on antioxidant activity and phytochemical compounds of Blackberry. *Fruit Growing Research*, *5*(1), 1-15.
33. Perkins-Veazie, P., Collins, J.K., & Howard, L. (2008). Blueberry fruit response to postharvest application of ultraviolet radiation. *Postharvest Biology and Technology*, *47*(3), 280-285. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2007.08.002
34. Puvvada, Y.S., Vankayalapati, S., & Sukhavasi, S. (2012). Extraction of chitin from chitosan from exoskeleton of shrimp for application in the pharmaceutical industry international current. *Pharmaceutical Journal*, *1*(9), 258–263. http://www.icpjonline.com/documents/Vol1Issue9/06.pdf
35. Razzaq, K., Khan, A.S., Malik, A.U., Shahid, M., & Ullah, S. (2014). Role of putrescine in regulating fruit softening and antioxidative enzyme systems in Samar Bahisht Chaunsa" mango. *Postharvest Biology and Technology*, *96*, 23-32. http://dx.doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.05.003
36. Sardarian, A., & Arian Far, A. (2018). Effect of chitosan coating and shelf life on physico-chemical and sens of grape. *Journal of Innovation in Food Science and Technology*, *12*(3), 125-136.
37. Sarvaiya, J., & Agrawal, Y.K. (2015). Chitosan as a suitable nanocarrier material for anti-Alzheimer drug delivery. *International Journal of Biological Macromolecules*, *72*, 454-465. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2014.08.052
38. Sayyari, M., Salvador, C., Daniel, V., Huertas, M.D., & María, S. (2011). Acetyl salicylic acid alleviates chilling injury and maintains nutritive and bioactive compounds and antioxidant activity during postharvest storage of pomegranates. *Postharvest Biology and Technology*, *60*.2, 136-142. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2010.12.012
39. Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Bakhshi, D., & Saadatian, M. (2011). Effect of ascorbic acid on phenolic

compounds and antioxidant activity of packaged fresh cut table grape. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, *10*, 2506-2515.

40. Shiri, M.A., Ghasemnezhad, M., Fattahi Moghaddam, J., & Ebrahimi, R. (2016). Effect of $CaCl_2$ sprays at different fruit development stages on postharvest keeping quality of 'Hayward' kiwifruit. *Journal of Food Processing and Preservation*, *40*(4), 624–635. https://doi.org/10.1111/jfpp.12642
41. Singleton, V.L., Orthofer, R., & Lamuela-Raventos, R.M. (1999). Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of folin-ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, 152–178. https://doi.org/10.1016/S0076-6879(99)99017-1
42. Sogvar, O.B., Koushesh Saba, M., & Emamifar, A. (2016). *Aloe vera* and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of strawberry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, *114*, 29–35. https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.019
43. Valamoti, S.M., Mangafa, M., Koukouli-Chrysanthaki, C., & Malamidou, D. (2007). Grape-pressings from northern Greece: the earliest wine in the Aegean. *Antiquity*, *81*(311), 54-61. https://doi.org/10.1017/S0003598X00094837
44. Valero, D., & Serrano, M. (2010). *Postharvest biology and technology for preserving fruit quality*. CRC Press 142, 55-69.
45. Wang, Y., Yan, Z., Tang, W., Zhang, Q., Lu, B., Li, Q., & Zhang, G. (2021). Impact of chitosan, sucrose, glucose, and fructose on the postharvest decay, quality, enzyme activity, and defense-related gene expression of strawberries. *Horticulturae*, *7*, 518. https://doi.org/10.3390/horticulturae7120518
46. Xing, Y., Yang, H., Guo, X., Bi, X., Liu, X., Xu, Q., Wang, Q., Li, W., Li, W., Shui, Y., Chen, C., & Zheng, Y. (2020). Effect of chitosan/Nano-TiO_2 composite coatings on the postharvest quality and physicochemical characteristics of mango fruits. *Scientia Horticulturae*, *263*, 109135. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109135
47. Xing, Y., Yang, S., Xu, Q., Xu, L., Zhu, D., Li, X., Shui, Y., Liu, X., & Bi, X. (2021). Effect of chitosan/nano-TiO_2 composite coating on the postharvest quality of Blueberry fruit. *Coatings*, *11*, 512. https://doi.org/10.3390/coatings11050512
48. Yahia, E.M., Contreras-Padilla, M., & Gonazalez-Aguilar, G. (2001). Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activityand polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *Lebensmittel-Wissenschaftund-Technologie*, *34*, 452-457. https://doi.org/10.1006/fstl.2001.0790